

# RANCANG BANGUN WIRELESS POWER TRANSFER (WPT) MENGUNAKAN METODE MULTI - MAGNETIC RESONATOR COUPLING

**Toto Supriyanto<sup>1</sup> dan Asri Wulandari<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Telekomunikasi. Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Jakarta (PNJ)

Email: <sup>1</sup>totosupr@yahoo.com, <sup>2</sup>asri\_fteub@yahoo.co.id

## Abstract

*Magnetically coupled coils have been widely used for a variety of applications requiring contactless or wireless power transfer (WPT). In this paper, the wireless power transfer (WPT) using Copper (Cu) and Aluminium (Al) as magnetic coupling is designed, fabricated and measured. A main problem of wireless power transfer (WPT) is about low efficiency. As state of the art, this research will investigate the effects of the use of copper and aluminum as magnetic coupling. A Copper (Cu) and Aluminium (Al) are used as transmitter (Tx) and receiver (Rx) vice versa. A power analysis has been carried out to identify the efficiency system. The measurement result shown that the wireless power transfer (WPT) using aluminum as transmitter (Tx) and receiver (Rx) have the highest efficiency. The overall efficiency of the power being transferred is about 7,51%-10,8% at distance 20 cm. This research shown that aluminum can consider as a material for the wireless power transfer with magnetic induction method.*

*Keywords: wireless power transfer, receiver, transmitter, copper, aluminium*

## Abstrak

*Magnetically coupled coils digunakan untuk bermacam-macam kebutuhan pemakaian tanpa kontak langsung atau transfer daya tanpa kabel ( WPT). Pada paper ini, transfer daya tanpa kabel (WPT) menggunakan tembaga dan aluminium sebagai magnetic coupling yang di rancang, pabrikan dan diukur. Permasalahan utama dari WPT adalah efisiensi daya rendah. Sebagai state of the art, penelitian ini akan membahas pengaruh dari penggunaan tembaga dan aluminium sebagai magnetic coupling. Sebuah tembaga dan aluminium digunakan sebagai pemancar (TX) dan penerima (Rx). Analisis daya dilakukan untuk melihat efisiensi system. Hasil pengukuran didapatkan bahwa WPT menggunakan aluminium sebagai pemancar dan penerima mempunyai efisiensi tertinggi. Efisiensi daya yang di transfer sekitar 7,51%-10,8% pada jarak 20 cm. Hal tersebut membuktikan bahwa bahan aluminium layak dipertimbangkan dalam penggunaannya sebagai material penyusun antena dalam alat transfer daya tanpa kabel dengan metode induksi resonansi magnetik*

*Katakunci : WPT, Ring Loop, Antena, Tembaga, Alumunium*

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi WPT dewasa ini semakin pesat. Berbagai penelitian dilakukan untuk menyempurnakan teknologi ini dalam hubungan jarak dan efisiensi yang kini masih rendah [1]. Menurut buku *Wireless Power Transfer – Principles and Engginering Explorations*, tujuan penelitian-penelitian tentang transfer daya nirkabel yang dilakukan di seluruh dunia adalah untuk meningkatkan efisiensi (>70%) dalam mentransfer daya besar (>100W) dengan meningkatkan jarak yang lebih jauh (>10m). Oleh karena

itu, dibutuhkan inovasi dalam hal-hal berikut [2]:

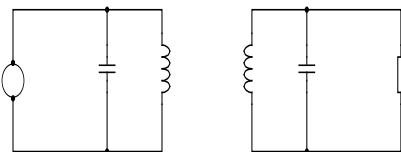
1. Geometris yang berbeda dari koil.
2. Menggunakan material baru untuk meningkatkan efisiensi.
3. Sistem multi resonansi induksi.

Penelitian sebelumnya oleh Arriyadul Qolbi [3], yakni penambahan lapisan elektroplating nikel dan krom pada antena penerima sistem transfer daya listrik nirkabel, menyimpulkan bahwa pelapisan antena dengan bahan nikel mengakibatkan turunnya efisiensi sistem dan pelapisan antena dengan bahan krom tidak menimbulkan perubahan efisiensi yang signifikan. Oleh karena itu, perlu

dilakukan penelitian lebih lanjut tentang bahan antenna yang digunakan pada sistem transfer daya tanpa kabel. Dengan mengacu pada penggunaan selubung alumunium sebagai antenna penerima sinyal VHF/UHF pada televisi perumahan, maka tidak menutup kemungkinan penggunaan antenna di sisi transmisi dan receiver alat tranfer daya listrik tanpa kabel yang akan dirancang menggunakan selubung alumunium. Tujuan penelitian ini adalah membangun sebuah alat transfer daya nirkabel dengan metode induksi resonansi magnetik. Membandingkan dan mendapatkan efisiensi alat yang menggunakan antenna tembaga dengan antenna alumunium. Membandingkan kelayakan penggunaan antenna yang terbuat dari material tembaga atau aluminium.

### Kajian Literatur

Induksi resonansi magnetik merupakan fenomena yang terjadi pada kopling induksi yaitu peristiwa perpindahan energi listrik dari suatu tempat ke tempat lain yang memiliki frekuensi resonansi alami yang sama. Frekuensi resonansi alami dalam hal ini merupakan rangkaian resonator LC yang terdiri dari komponen kapasitif dan induktif [4]-[5]. Gambar 1. merupakan sistem umum dari sistem transfer daya listrik tanpa kabel berdasarkan prinsip induksi resonansi magnetik.



Gambar 1. Induksi resonansi magnetik

Rangkaian LC dalam kasus ini adalah penghasil sinyal frekuensi resonansi dan penangkap sinyal frekuensi resonansi. Sebagai penghasil sinyal frekuensi resonansi, komponen kapasitif dan induktif saling mengisi energi secara bergantian sehingga menghasilkan sinyal osilasi berfrekuensi tertentu.

Rangkaian LC sebagai penangkap energi dari pemancar berupa sinyal frekuensi resonansi, terdiri dari rangkaian kombinasi komponen induktif (L) dan kapasitif (C) yang memiliki nilai frekuensi resonansi yang sama sehingga disebut rangkaian resonansi. Berdasarkan teori resonansi gelombang, jika gelombang bergetar diterapkan didekat sistem LC penerima dengan frekuensi getaran yang sama dengan atau hampir sama dengan frekuensi resonansi sistem LC penerima tersebut, maka sistem LC penerima tersebut akan ikut bergetar dan menghasilkan energi dalam bentuk gelombang listrik sinusoidal berfrekuensi sama dengan frekuensi resonansi sistem LC itu dengan amplitude gelombang yang dihasilkan akan mencapai titik maksimum [6]-[7].

Pada saat transmitter dari alat transfer daya tanpa kabel menghasilkan getaran elektromagnetik berfrekuensi tertentu dan terpancar ke ruang sekitar melalui antenna transmitter maka beberapa penerima terhubung ke beban yang memiliki frekuensi resonansi yang sama dengan frekuensi dari getaran gelombang magnetik yang dihasilkan oleh *transmitter* akan terinduksi pada jarak tertentu dan menghasilkan arus ke beban.

### METODE PENELITIAN

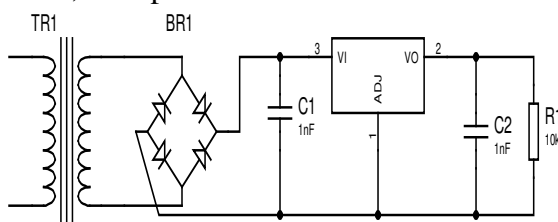
Secara umum sistem dari alat transfer daya listrik tanpa kabel dengan metode induksi resonansi magnetik adalah sebagai berikut:

1. *Transmitter* (Pemancar), terdiri dari power supply, rangkaian osilator, dan kombinasi antara kapasitor dengan antenna yang memiliki frekuensi resonansi tertentu sebagai pemancar daya.
2. *Receiver* (Penerima), terdiri dari rangkaian penyearah gelombang penuh, beban, dan kombinasi kapasitor dengan antenna sebagai penerima daya yang memiliki frekuensi resonansi yang sama dengan pemancar daya.

Perancangan elektronika pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa bagian yang memiliki fungsi masing-masing. Bagian-bagian tersebut antara lain rangkaian power supply, bagian *transmitter* dan bagian *receiver*.

Untuk menyesuaikan dengan kebutuhan, maka perlu untuk merancang sebuah sumber daya yang memiliki tegangan keluaran stabil dalam pemakaian jangka panjang dan beban dari alat transfer daya tanpa kabel. Sumber daya yang dirancang dan digunakan dalam penelitian ini adalah sumber daya arus DC dengan bagian-bagian sebagai berikut:

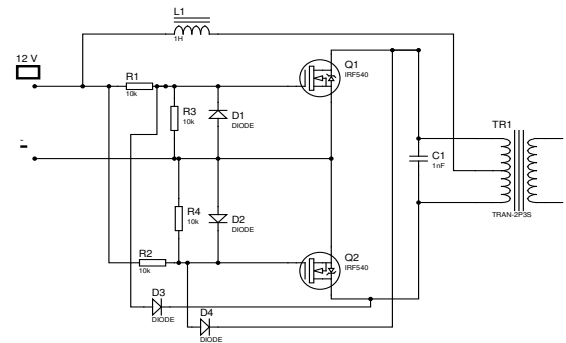
1. Penurun tegangan, menggunakan trafo *step down* dari tegangan jala-jala 220 Volt menjadi 22 Volt tegangan bolak-balik.
2. Penyearah, menggunakan 4 buah dioda yang disusun sedemikian rupa seperti dioda bridge sebagai penyearah gelombang penuh.
3. Penstabil tegangan (Regulator), menggunakan IC regulator untuk menstabilkan tegangan keluaran DC apabila terjadi penurunan tegangan pada jala-jala listrik. IC regulator yang digunakan adalah LM317 yang memiliki range tegangan input 1,2 – 25 Volt dan arus keluaran maksimum 1,5 Ampere.



Gambar 2. Power supply

*Transmitter* merupakan bagian yang menghantarkan daya tanpa kabel dengan memanfaatkan gelombang frekuensi tinggi yang dihasilkan oleh kombinasi dari osilator dan rangkaian LC. Rangkaian osilator yang digunakan dalam penelitian ini adalah osilator royer karena memiliki rangkaian yang cukup sederhana dan mampu menghasilkan sinyal osilasi yang cukup kuat. Pada osilator tersebut

dilakukan modifikasi sedemikian rupa untuk sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 3. Osilator Royer

Resonator LC merupakan bagian terpenting dalam sistem pengiriman daya tanpa kabel ini karena pada bagian ini terjadi osilasi yang menentukan frekuensi kerja listrik yang disertai dengan pemancaran daya tanpa kabel.

Ada dua buah antenna yang dirancang pada percobaan ini, yaitu antenna berbahan tembaga dan antenna berbahan aluminium. Antena yang dirancang ini akan dipasangkan dengan kapasitor pada bagian atas PCB yang disambungkan dengan beberapa baut dan mur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



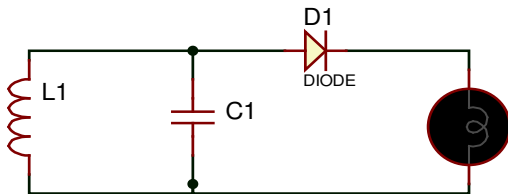
Gambar 4. Ring loop antenna menggunakan tembaga



Gambar 5. Ring loop antenna menggunakan aluminium

Receiver merupakan bagian yang berperan sebagai penerima daya yang dipancarkan oleh transmitter dalam bentuk gelombang frekuensi gelombang tinggi

dengan merancang rangkaian penerima yang memiliki frekuensi resonansi yang sama. Rangkaian penerima dalam rancangan ini langsung terhubung dengan beban 12 V seperti pada Gambar 6. L1 merupakan antenna yang terpasang pada penerima.



Gambar 6. Skematik rangkaian penerima Rancangan penerima ini terdiri dari rangkaian kombinasi induktor dan kapasitor yang tersusun secara paralel dengan beban. Rangkaian LC tersebut harus memiliki nilai frekuensi resonansi yang sama dengan rangkaian LC pemancar. Dalam hal ini, ukuran antenna masing-masing bahan dibuat sama dan besar nilai kapasitor juga sama agar memenuhi syarat resonansi tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 2 buah kabel probe pada percobaan kali ini untuk mengukur parameter-parameter pada sisi transmitter dan pada sisi receiver serta terdapat 2 buah multimeter untuk mengukur tegangan dan arus DC pada sisi receiver. Pada sisi receiver dipasangkan sebuah beban lampu yang memiliki hambatan sebesar 6,3 ohm.

Pengujian dilakukan pada empat kombinasi antenna transmitter-receiver yaitu :

1. Bahan tembaga sebagai antenna transmitter dan receiver.
2. Bahan tembaga sebagai antenna transmiiter dan bahan aluminium sebagai antenna receiver.
3. Bahan aluminium sebagai antenna transmitter dan bahan tembaga sebagai antenna receiver.
4. Bahan aluminium sebagai antenna transmiiter dan receiver.

Berikut merupakan hasil konsumsi daya dan daya yang di transfer serta efisiensi dari alat yang dibuat pada beban.

Tabel 1. Data daya pemancar, daya penerima dan efisiensi pada setiap jarak pengukuran untuk antenna berbahan tembaga untuk pengirim dan pemancar.

Jarak (cm)	Daya pemancar (Watt)	Daya penerima (Watt)	efisiensi %
20	9,72	0,73	7,46
22	9,48	0,62	6,57
24	9,36	0,61	6,47
26	8,64	0,51	5,84
28	8,4	0,47	5,58
30	8,4	0,45	5,37
32	7,92	0,35	4,47
34	7,56	0,31	4,09
36	7,32	0,24	3,31
38	6,96	0,22	3,12
40	6,72	0,16	2,32

Tabel 2. Data daya pemancar, daya penerima dan efisiensi pada setiap jarak pengukuran untuk antenna pemancar berbahan tembaga dan antenna penerima berbahan aluminium.

Jarak	Daya pemancar (Watt)	Daya penerima (Watt)	Efisiensi %
20	9,96	0,75	7,51
22	9,72	0,73	7,51
24	9,48	0,64	6,73
26	9,12	0,59	6,45
28	8,64	0,48	5,58
30	8,52	0,46	5,39
32	8,04	0,35	4,33
34	7,8	0,31	3,96
36	7,44	0,24	3,26
38	7,2	0,21	2,96
40	7,08	0,16	2,26

Tabel 3. Data daya pemancar, daya penerima dan efisiensi pada setiap jarak pengukuran untuk antenna pemancar berbahan aluminium dan antenna penerima berbahan tembaga.

Jarak (cm)	Daya pemancar (Watt)	Daya penerima (Watt)	Efisiensi %
20	10,68	1,10	10,30
22	10,44	1,02	9,78
24	9,96	0,93	9,38
26	9,84	0,84	8,55
28	9,24	0,77	8,29
30	9	0,68	7,51
32	8,76	0,59	6,69
34	8,4	0,53	6,27
36	7,8	0,41	5,23
38	7,56	0,33	4,41
40	7,2	0,25	3,5

Tabel 4. Data daya pemancar, daya penerima dan efisiensi pada setiap jarak pengukuran untuk antenna berbahan aluminium untuk pengirim dan pemancar

Jarak (cm)	Daya pemancar (Watt)	Daya penerima (Watt)	Efisiensi %
20	10,92	1,18	10,80
22	10,68	1,08	10,14
24	10,32	0,96	9,27
26	10,2	1,00	9,82
28	9,84	0,89	9,01
30	9,6	0,85	8,88
32	9,12	0,73	8,04
34	8,76	0,62	7,04
36	8,28	0,50	6,07
38	7,8	0,40	5,09
40	7,56	0,33	4,32

Efisiensi sangat berpengaruh pada jarak, semakin besar jarak antara transmitter dengan receiver semakin kecil efisiensi transfer daya listrik tanpa kabel. Dari hasil percobaan, kombinasi transmitter-receiver yang berbahan aluminium-aluminium mengungguli ketiga kombinasi yang lain. Efisiensi pada jarak 20 cm mencapai 10,80% dan pada jarak 40 cm sekitar 4,32 %. Sedangkan kombinasi tembaga-tembaga memiliki efisiensi 7,46 % pada jarak 20 cm dan 2,32% pada jarak 40 cm. Hal ini sebanding dengan konsumsi daya transmitter berbahan aluminium yang lebih tinggi dibandingkan transmitter berbahan tembaga. Dari data tersebut juga kita dapat melihat bahwa penggunaan

antena transmitter berbahan aluminium akan meningkatkan efisiensi dibandingkan saat menggunakan antenna transmitter berbahan tembaga.

Sedangkan efisiensi pada kombinasi silang antara antenna tembaga dan antenna aluminium berada sedikit dibawah dari kombinasi antenna transmitter-receiver berbahan tembaga maupun aluminium. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan nilai induktansi kedua material antenna yang digunakan pada ukuran yang sama.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa efisiensi yang menggunakan antenna berbahan aluminium lebih tinggi dibandingkan menggunakan antenna berbahan tembaga. Adapun nilai-nilai efisiensi yang dicapai dari masing-masing kombinasi transmitter-receiver pada jarak 20cm adalah sebagai berikut:

1. Tembaga-tembaga : 7,51%
2. Tembaga-aluminium : 7,46%
3. Aluminium-tembaga : 10,30%
4. Aluminium-aluminium : 10,80%

Hal tersebut membuktikan bahwa bahan aluminium layak dipertimbangkan dalam penggunaannya sebagai material penyusun antenna dalam alat transfer daya tanpa kabel dengan metode induksi resonansi magnetik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] JinWook Kim, Hyeon-Chang Son, Kwan-Ho Kim, and Young-Jin Park. 2011. Efficiency Analysis of Magnetic Resonance Wireless Power Transfer with Intermediat Resonant Coil. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol.10
- [2] K.F. Warnick, R.B Gottula, S.Shrestha dan J.Smith. 2013. Optimizing Power Transfer Efficiency and Bandwidth for Near Field Communication Systems. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 61

- [3] Qolbi, Arriyadhul. Analisis Pengaruh Penambahan Lapisan ElektroPlating Nikel dan Krom pada Antena Penerima (RX) Sistem Transfer Daya Listrik Nirkabel. Depok: Universitas Indonesia.
- [4] L.Chen, S.Liu, Y.Chun Zhou, dan T.Jun Cui. 2013. An Optimizable Circuit Structure for High-Efficiency Wireless Power Transfer. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 60
- [5] N.Y. Kim, K.Y. Kim, J. Choi and C.-W. Kim. 2012. Adaptive frequency with power-level tracking system for efficient magnetic resonance wireless power transfer. Electronic Letters, Vol.48
- [6] T.Phi Duong and Jong-Wook Lee. 2011. Experimental Results of High-Efficiency Resonant Coupling Wireless Power Transfer Using a Variable Coupling Method. IEEE Microwave and Wireless Component Letters, Vol. 21
- [7] Takehiro Imura dan Yoichi Hori. 2011. Maximizing Air Gap and Efficiency of Magnetic Resonant Coupling for Wireless Power Transfer Using Equivalent Circuit and Neumann Formula. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 58